

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- จิราพร สนมาวรณ. 2533. การคัดเลือกวัสดุธรรมชาติเป็นสาร โคแอกกูแลนต์. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉันทนารถ ประสมศรี. 2536. โคแอกกูแลนต์และโคแอกกูแลนต์เอดจากเมล็ดมะขาม. โครงร่าง  
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดอกตะแบง (นามแฝง), 2539, สถานการณ์กึ่งปี 38 และแนวโน้มปี 39, หลังสูฟ้าหน้าสูติน,  
ไทยรัฐ, ฉบับวันที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2539, หน้า 7
- เบญจา โสรจจาภินันท์. 2536. โคแอกกูแลนต์และโคแอกกูแลนต์เอดจากเมล็ดมะขาม. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. 2526. วิศวกรรมการประปา เล่ม 1. วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม,  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ ก. วิวรรณ.
- เยาวภา ไหวพริบ, วรรณดา ตลุยชัย, ชัยยุทธ ชัยพิทยากุล และ เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2534.  
การแยกไคตินและการผลิตไคโทแซนจากเปลือกกุ้ง ใน ประมวลประชุมวิชาการ เรื่อง  
ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่ 3, เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต และคณะ (บรรณาธิการ),  
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 17-18 มกราคม 2534.
- รพีพรรณ วิทิตสุวรรณกุล และ ชिरยศ วิทิตสุวรรณกุล. 2536. ไคติน-ไคโตแซน การประยุกต์และ  
ใช้ประโยชน์ทางเทคโนโลยีชีวภาพ ใน เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง  
โพลีเมอร์ชีวภาพ. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล, 10-12 พฤษภาคม 2536.
- วรรณดา ตลุยชัย. 2536. การแยกไคตินและการผลิตไคโทแซน, เทคโนโลยีอาหาร, คณะ  
วิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติ สติชัยมันน์ในธรรม. 2526. เทคนิคการไตเตรทคอลลอยด์ในการควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชัน, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุทรวัดน์ เบญจกุล. 2534. แนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกกุ้ง : โคตินและโคโทแซน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, เทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุดมชัย จินะดิษฐ์. 2535. ผลิตภัณฑ์จากเปลือกกุ้งกับการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ, วารสาร สสท. ฉบับ เทคโนโลยี, ปีที่ 19 เล่มที่ 104, สค.-กย. 2535 .

#### ภาษาอังกฤษ

Aluminium in Drinking water. Asian Water & Sewage, No 34. March, 1992.

American Society for Testing and Materials. 1993. Annual Book of ASTM Standards Water and Environment Technology, Vol. 11.02, pp. 750-753, ASTM., U.S.A.

Averbach, B.L. 1978. Film-forming Capacity of Chitosan. In Proceedings of the First International Conference on Chitin/Chitosan. Muzzarelli, R.A.A. and Pariser, E.R. (eds.), MIT Sea Grant Program : Cambridge, MA., pp. 199-209.

Balassa, L.L. and Prudden, J.F. 1978. Application of Chitin and Chitosan in Wound Healing Acceleration. In Proceedings of the First International Conference on Chitin/Chitosan., Muzzarelli, R.A.A. and Pariser, E.R.(eds.), MIT Sea Grant Program : Cambridge, MA., pp. 296-305.

Bough, W.A. 1975. Coagulation with Chitosan-an Aid to Recovery of By-products From Egg Breaking Wastes. Poultry Sci. 54. pp. 1904-1912.

Bratby J. ,1980, Coagulation and Flocculation with an Emphasis on Water and Wastewater Treatment.,Uplands Press Ltd.,England, 354 pp.

Brzeski, M.M. 1987. Chitin and Chitosan-putting Waste to Good Use. INFOFISH international. 5, pp. 31-36.

Bulusu, K.U. and Pathak, B.N. 1974. Seed of Red Sorella a Coagulant\_Boon toVillage. Indian J.Environm. Health., Vol. 16, pp. 63-67.

Conrad, J. 1965. Chitin. In Encyclopedia of Polymer Science and Technology :Plastics, Resins,Rubbers, Fibers. Vol. 3, Mark, H.F., Gaylord, N.G.and Bikales, N.M. (eds.), John Willey & Sons, Inc., U.S.A.

Cox, C.R. 1964. Operation and Control of Water Treatment Process. WHO-Monograph, Vol. 49. Geneva.

Filar, L.J. and Wirick, M.G. 1978. Bulk and Solution Properties of Chitosan.In Proceedings of the First International Conference of Chitin/Chitosan, Muzzarelli, R.A.A. and Pariser, E.R. (eds.), MIT Sea Grant Program :Cambridge, MA ; pp. 169-181.

Jahn, S.A.A. 1981. Traditional Water Purification in Tropical Developing Countries. GTZ. Geneva.

Johnson, R.A. and Gallanger, S.M. 1984. Use of Coagulants to Treat SeafoodProcessing Wastewater. J.WPCE, Vol. 56. No. 8, pp. 970-976.

Kawamura S. 1976. Concideration on Improving Flocculation. J.AWWA, Vol. 14,pp. 328-336.

Kawamura S. 1991. Effectiveness of Natural Polyelectrolytes in Water Treatment. J.AWWA, Vol. 83, No. 10, pp. 88-91.

- Klute, R. and Nesis, U. 1976. Stability of Colloidal Kaolinite Suspension in the Presence of Soluble Organic Compound. J.Colloid and Interface Science, Vol. 4, pp. 113-123.
- Louis. 1956. Bentonite Clay as a Coagulant Aid in Gray. J.Water and Sewage Works, Vol. 103, pp. 196-199.
- Mallevalle, J., Bruchet, A., and Fiessinger, F. 1984. How Safe Are Organic Polymers in Water Treatment. JAWWA, Vol 76, No. 7, pp. 87-93.
- Muzzarelli, R.A.A. 1977. Chitin. Pergamon Press Ltd., New York, pp. 309.
- Nicol, S. 1991. Life After Death for Empty Shells. New Scientist No. 129, pp. 36-38.
- No, H.K. and Meyers, S.P. 1989. Crawfish Chitosan as a Coagulant in Recovery of Organic Compounds from Seafood Processing Streams. J.Agr Food Chem, Vol. 37, pp. 580-583.
- Pressmann, M. 1967. Cationic Polyelectrolytes as Prime Coagulants in Natural Water Treatment. JAWWA, Vol. 59, pp. 169-181.
- Rutherford, F.A. and Austin, P.R. 1978. Marine Chitin Properties and Solvents. In Proceedings of the First International Conference on Chitin/Chitosan. Muzzarelli, R.A.A. and Pariser, E.R. (eds.), MIT Sea Grant Program : Cambridge, MA; pp. 182-192.
- Sen, A.K. and Bulusu, K.R. 1962. Effectiveness of Nirmali Seed as a Coagulant and Coagulant Aid. J.Environmental Health, Vol. 4, pp. 223-224.
- Stanley, W.L., Watters, G.G., Chan, B. and Mercer, J.M. 1975. Lactase and Other Emzymes Bound to Chitin with Glutaraldehyde. Biotech Bioen. Vol. 17, pp. 315-326.

Synowiecki, J., Sikorski, Z.E., Naczek, M. and Piotrzwska, H. 1982. Immobilization of Enzymes of Krill Chitin Activated by Formaldehyde. Biotech Bioen, Vol. 24, pp. 1871-1876.

Yang, T. and Zall, R.R. 1984. Chitosan Membranes for Reverse Osmosis Application. J.Food Sci, 49, pp. 91-93.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 8.08  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 21 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 83 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	8.16	4.30	84	16
2	0.05	—	8.14	4.30	84	15
3	0.1	—	8.06	4.25	83	15
4	0.2	—	7.97	4.25	83	14
5	0.5	—	7.74	4.05	79	13
6	1	—	7.47	3.95	77	14

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.06  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 66 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	7.28	3.45	68	15
2	0.05	—	7.25	3.40	67	13
3	0.1	—	7.19	3.35	66	12
4	0.2	—	7.16	3.30	65	12
5	0.5	—	7.05	3.20	63	14
6	1	—	6.92	3.10	61	14

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.03  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 28 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	6.40	1.60	31	14
2	0.05	—	6.33	1.50	29	12
3	0.1	—	6.29	1.50	29	11
4	0.2	—	6.25	1.50	29	10
5	0.5	—	6.19	1.35	26	12
6	1	—	6.03	1.30	25	13

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.05  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 8 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	5.55	0.40	8	13
2	0.05	—	5.35	0.40	8	12
3	0.1	—	5.25	0.35	7	11
4	0.2	—	5.16	0.35	7	9
5	0.5	—	4.91	0.30	6	12
6	1	—	4.62	0.15	3	13

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.99  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 50 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 82 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	8.03	4.20	83	44
2	0.05	—	7.99	4.20	82	43
3	0.1	—	7.93	4.20	82	42
4	0.2	—	7.84	4.20	82	40
5	0.5	—	7.62	4.10	80	36
6	1	—	7.38	4.05	79	42

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.00  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 49 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 63 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	7.19	3.25	64	45
2	0.05	—	7.16	3.25	64	41
3	0.1	—	7.14	3.20	63	36
4	0.2	—	7.13	3.25	64	30
5	0.5	—	7.04	3.10	61	40
6	1	—	6.90	2.95	58	42





Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.08  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 49 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 21 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	6.37	1.20	24	42
2	0.05	—	6.32	1.10	22	37
3	0.1	—	6.26	1.05	21	30
4	0.2	—	6.22	1.00	20	23
5	0.5	—	6.13	0.95	19	38
6	1	—	5.91	0.90	18	42

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.08  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 48 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 9 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	5.43	0.45	9	43
2	0.05	—	5.37	0.40	8	40
3	0.1	—	5.28	0.40	8	35
4	0.2	—	5.22	0.40	8	27
5	0.5	—	4.95	0.30	6	39
6	1	—	4.65	0.30	6	40

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 8.01  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 100 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 83 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	8.12	4.20	82	90
2	0.05	—	8.04	4.15	81	88
3	0.1	—	7.98	4.15	81	85
4	0.2	—	7.88	4.10	80	65
5	0.5	—	7.66	4.10	80	46
6	1	—	7.41	3.95	77	66

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.90  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 100 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 62 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	7.05	3.10	61	88
2	0.05	—	7.01	3.00	59	71
3	0.1	—	6.97	3.00	59	48
4	0.2	—	6.96	2.90	57	35
5	0.5	—	6.89	2.90	57	45
6	1	—	6.76	2.85	49	76

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.02  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 98 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 21 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	6.28	1.15	22	82
2	0.05	—	6.21	1.05	21	55
3	0.1	—	6.17	1.05	21	38
4	0.2	—	6.16	1.00	20	30
5	0.5	—	6.04	0.95	19	39
6	1	—	5.84	0.90	18	77

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.07  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 98 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 8 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	5.40	0.35	7	85
2	0.05	—	5.30	0.35	7	53
3	0.1	—	5.17	0.30	7	40
4	0.2	—	5.06	0.30	6	31
5	0.5	—	4.75	0.30	6	51
6	1	—	4.46	0.25	5	82

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.96  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 82 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	7.90	4.40	86	170
2	0.05	—	7.89	4.40	86	140
3	0.1	—	7.87	4.35	85	100
4	0.2	—	7.79	4.30	84	81
5	0.5	—	7.56	4.15	81	51
6	1	—	7.34	4.10	80	68

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.96  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 67 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	7.10	3.35	66	170
2	0.05	—	7.08	3.40	67	110
3	0.1	—	7.08	3.35	66	75
4	0.2	—	7.07	3.30	65	45
5	0.5	—	6.97	3.25	64	45
6	1	—	6.84	3.20	63	77

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.08  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 27 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	6.34	1.40	27	150
2	0.05	—	6.30	1.40	27	78
3	0.1	—	6.22	1.35	26	49
4	0.2	—	6.20	1.35	26	37
5	0.5	—	6.10	1.30	25	38
6	1	—	5.95	1.25	25	80

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 4.98  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 8 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	5.36	0.40	8	140
2	0.05	—	5.28	0.40	8	72
3	0.1	—	5.16	0.35	7	41
4	0.2	—	5.04	0.35	7	32
5	0.5	—	4.75	0.30	6	39
6	1	—	4.46	0.25	5	95

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.92  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 86 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	7.99	4.25	83	250
2	0.05	—	7.93	4.29	83	190
3	0.1	—	7.88	4.25	83	120
4	0.2	—	7.81	4.20	82	93
5	0.5	—	7.58	4.20	82	51
6	1	—	7.32	4.10	80	63

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.07  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 72 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	7.28	3.65	72	230
2	0.05	—	7.26	3.65	72	140
3	0.1	—	7.23	3.65	72	100
4	0.2	—	7.20	3.60	71	53
5	0.5	—	7.07	3.50	69	47
6	1	—	6.94	3.45	68	72

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.04  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 24 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	6.36	1.20	24	220
2	0.05	—	6.29	1.15	23	88
3	0.1	—	6.20	1.05	21	53
4	0.2	—	6.13	1.00	20	42
5	0.5	—	5.98	0.95	19	37
6	1	—	5.69	0.90	18	70

Coagulant Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 4.94  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 6 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	—	5.37	0.45	9	220
2	0.05	—	5.22	0.45	9	87
3	0.1	—	5.02	0.35	7	58
4	0.2	—	4.80	0.40	8	42
5	0.5	—	4.54	0.30	6	50
6	1	—	4.31	0.20	4	110

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.9  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 69 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	7	0.01	7.63	3.45	68	3.8
2	7	0.05	7.61	3.30	65	3.8
3	7	0.1	7.55	3.35	66	4.4
4	7	0.2	7.48	3.35	66	3
5	7	0.5	7.32	3.30	65	3
6	7	1	7.13	3.15	62	4.5

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.95  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 52 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	7	0.01	7.00	2.45	48	4.2
2	7	0.05	6.99	2.50	49	2.6
3	7	0.1	6.95	2.50	49	2.6
4	7	0.2	6.91	2.40	47	2.1
5	7	0.5	6.82	2.45	48	2.9
6	7	1	6.68	2.35	46	3.5

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.93  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 19 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	7	0.01	6.10	0.95	19	2.6
2	7	0.05	6.02	0.90	18	2.5
3	7	0.1	5.98	0.85	17	3.3
4	7	0.2	5.93	0.85	17	3.4
5	7	0.5	5.77	0.75	15	5.9
6	7	1	5.46	0.80	16	8

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.9  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 49 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 70 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	7	0.01	7.59	3.50	69	5.7
2	7	0.05	7.59	3.40	67	6.7
3	7	0.1	7.55	3.40	67	6.1
4	7	0.2	7.50	3.40	67	4
5	7	0.5	7.36	3.50	65	4.9
6	7	1	7.16	3.25	64	6.1

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.98  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 49 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 56 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	7	0.01	7.08	2.55	50	4.8
2	7	0.05	7.04	2.60	51	4.4
3	7	0.1	7.00	2.55	50	4.7
4	7	0.2	6.99	2.45	48	3.1
5	7	0.5	6.87	2.50	49	5.1
6	7	1	6.73	2.45	48	6.9

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.96  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 49 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 23 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	7	0.01	6.12	0.95	19	5.7
2	7	0.05	6.08	0.90	18	6.1
3	7	0.1	6.02	0.80	16	5
4	7	0.2	5.96	0.80	16	6.7
5	7	0.5	5.80	0.80	16	15
6	7	1	5.47	0.75	15	20

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.89  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 98 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 67 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	14	0.01	7.32	3.05	60	3.6
2	14	0.05	7.31	3.15	62	3.7
3	14	0.1	7.30	3.15	62	2.8
4	14	0.2	7.29	3.10	61	2.2
5	14	0.5	7.22	3.05	60	3.6
6	14	1	7.01	2.90	57	4

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.91  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 98 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 53 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	14	0.01	6.86	2.35	46	2.8
2	14	0.05	6.85	2.35	46	2.9
3	14	0.1	6.81	2.35	46	3.1
4	14	0.2	6.80	2.30	45	3.1
5	14	0.5	6.69	2.20	43	4.7
6	14	1	6.55	2.20	43	6.1

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.99  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 98 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 24 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	14	0.01	5.91	0.90	18	2.4
2	14	0.05	5.90	0.90	18	2.9
3	14	0.1	5.89	0.85	17	3.9
4	14	0.2	5.84	0.85	17	5.1
5	14	0.5	5.72	0.80	16	8.2
6	14	1	5.43	0.70	14	15



Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.82  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 190 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 69 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	14	0.01	7.38	3.25	64	3.5
2	14	0.05	7.37	3.20	63	4.2
3	14	0.1	7.34	3.25	64	2.9
4	14	0.2	7.28	3.25	64	4.7
5	14	0.5	7.17	3.20	63	5.7
6	14	1	7.00	3.15	62	8.5

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.95  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 190 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 57 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	14	0.01	6.91	2.50	49	2.6
2	14	0.05	6.90	2.40	47	4.1
3	14	0.1	6.86	2.45	48	3.7
4	14	0.2	6.84	2.40	47	4
5	14	0.5	6.74	2.40	47	5.6
6	14	1	6.60	2.35	46	6.6

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.05  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 190 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 25 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	14	0.01	6.09	1.00	20	4
2	14	0.05	6.04	1.00	20	4.6
3	14	0.1	6.00	0.95	19	6
4	14	0.2	5.93	0.90	18	12
5	14	0.5	5.81	0.90	18	18
6	14	1	5.59	0.85	17	20

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.81  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 73 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	14	0.01	7.33	3.35	66	4.3
2	14	0.05	7.32	3.30	65	3.8
3	14	0.1	7.32	3.35	66	4
4	14	0.2	7.28	3.30	65	4.6
5	14	0.5	7.18	3.20	63	6.7
6	14	1	7.02	3.10	61	15

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.94  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 56 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	14	0.01	6.90	2.45	48	6.8
2	14	0.05	6.89	2.45	48	3.9
3	14	0.1	6.85	2.45	48	6
4	14	0.2	6.83	2.40	47	5.6
5	14	0.5	6.75	2.35	46	8.7
6	14	1	6.61	2.20	43	9.5

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.09  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 25 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	14	0.01	6.05	0.85	17	5.9
2	14	0.05	6.01	0.80	16	6.7
3	14	0.1	5.97	0.80	16	8.6
4	14	0.2	5.95	0.75	15	8.5
5	14	0.5	5.82	0.75	15	21
6	14	1	5.58	0.80	16	25

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.92  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 88 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	5	0.01	7.70	4.30	84	6.4
2	5	0.05	7.68	4.40	86	6.7
3	5	0.1	7.65	4.35	85	7.6
4	5	0.2	7.59	4.20	83	5.8
5	5	0.5	7.47	4.25	83	6.7
6	5	1	7.42	4.25	83	16

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.95  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 69 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	5	0.01	7.05	3.35	66	6.3
2	5	0.05	7.04	3.30	65	4.1
3	5	0.1	7.05	3.35	66	3.8
4	5	0.2	6.92	3.30	65	3.2
5	5	0.5	6.88	3.20	63	4.8
6	5	1	6.80	3.20	63	8.6

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.06  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 28 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	5	0.01	6.28	1.35	26	5
2	5	0.05	6.25	1.40	27	4.5
3	5	0.1	6.21	1.40	27	4.1
4	5	0.2	6.18	1.30	25	5.7
5	5	0.5	6.09	1.30	25	16
6	5	1	5.92	1.20	24	17

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.04  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 8.82 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	5	0.01	5.18	0.45	9	17
2	5	0.05	5.12	0.35	7	17
3	5	0.1	5.03	0.40	8	16
4	5	0.2	4.95	0.40	8	17
5	5	0.5	4.74	0.30	6	18
6	5	1	4.48	0.30	6	18

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.85  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 50 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 53 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	5	0.01	7.37	2.50	49	7.5
2	5	0.05	7.36	2.55	50	7.8
3	5	0.1	7.34	2.45	48	9.2
4	5	0.2	7.32	2.45	48	7.5
5	5	0.5	7.20	2.45	48	8.6
6	5	1	7.00	2.35	46	17

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.96  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 50 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 40.18 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	5	0.01	7.05	1.95	38	8
2	5	0.05	7.02	1.90	37	7.7
3	5	0.1	6.98	1.85	36	8.6
4	5	0.2	6.93	1.85	36	8.5
5	5	0.5	6.79	1.80	35	15
6	5	1	6.61	1.70	33	20

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.9  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 50 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 12 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	5	0.01	6.00	0.60	12	10
2	5	0.05	5.98	0.55	11	15
3	5	0.1	5.90	0.45	9	18
4	5	0.2	5.80	0.50	10	25
5	5	0.5	5.57	0.55	11	33
6	5	1	5.14	0.50	10	36

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.02  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 50 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 9 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	5	0.01	5.07	0.40	8	28
2	5	0.05	4.98	0.40	8	22
3	5	0.1	4.93	0.30	6	19
4	5	0.2	4.87	0.35	7	22
5	5	0.5	4.65	0.35	7	37
6	5	1	4.43	0.30	6	40

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.85  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 100 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 87 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	7.49	4.25	83	3.1
2	10	0.05	7.55	4.25	83	4.5
3	10	0.1	7.49	4.10	80	4.5
4	10	0.2	7.46	4.15	81	4
5	10	0.5	7.32	4.00	78	4.8
6	10	1	7.17	4.00	78	5.7

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.06  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 100 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 71.54 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	7.08	3.15	68	3.2
2	10	0.05	7.07	3.50	69	4.5
3	10	0.1	7.07	3.15	68	3.3
4	10	0.2	7.06	3.50	69	3.5
5	10	0.5	6.97	3.35	66	4.6
6	10	1	6.85	3.30	65	5.9

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.09  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 100 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 25 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	6.22	1.25	25	4
2	10	0.05	6.21	1.20	24	3.8
3	10	0.1	6.18	1.25	25	6.1
4	10	0.2	6.19	1.20	24	6.4
5	10	0.5	6.05	1.15	23	13
6	10	1	5.88	1.10	22	16

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 5.05  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 100 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 6 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	4.84	0.30	6	28
2	10	0.05	4.80	0.30	6	27
3	10	0.1	4.75	0.30	6	29
4	10	0.2	4.74	0.25	5	28
5	10	0.5	4.47	0.20	4	48
6	10	1	4.33	0.20	4	53

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.85  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 88 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	7.55	4.20	82	5.2
2	10	0.05	7.54	4.15	81	5.3
3	10	0.1	7.51	4.20	82	6.4
4	10	0.2	7.47	4.20	82	5.3
5	10	0.5	7.32	4.10	80	7.8
6	10	1	7.18	4.00	78	9.9

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.06  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 70 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	7.13	3.55	70	3.6
2	10	0.05	7.09	3.50	69	4.9
3	10	0.1	7.07	3.40	67	5.3
4	10	0.2	7.02	3.50	69	5.1
5	10	0.5	6.95	3.35	66	8.1
6	10	1	6.83	3.25	64	9.5

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.07  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 28 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	6.21	1.30	25	4.7
2	10	0.05	6.17	1.30	25	7.2
3	10	0.1	6.14	1.20	24	8
4	10	0.2	6.10	1.25	25	9.7
5	10	0.5	6.02	1.25	25	22
6	10	1	5.86	1.20	24	26

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 Coagulant 4.96  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 6 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	4.54	N.D.	–	35
2	10	0.05	4.49	N.D.	–	30
3	10	0.1	4.46	N.D.	–	32
4	10	0.2	4.41	N.D.	–	38
5	10	0.5	4.30	N.D.	–	58
6	10	1	4.16	N.D.	–	66

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.82  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 300 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 89 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	7.52	4.10	80	3.1
2	10	0.05	7.52	4.15	81	6.5
3	10	0.1	7.48	4.15	81	4.8
4	10	0.2	7.44	4.15	81	4.5
5	10	0.5	7.31	4.10	80	6
6	10	1	7.17	4.00	78	9

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.02  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 300 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 71 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	7.12	3.45	68	4.2
2	10	0.05	7.09	3.35	66	5
3	10	0.1	7.07	3.40	67	4.5
4	10	0.2	7.03	3.30	65	5.4
5	10	0.5	6.94	3.30	65	9.7
6	10	1	6.83	3.25	64	16



Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.02  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 300 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 29 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	6.06	1.30	25	7.8
2	10	0.05	6.05	1.30	25	6.7
3	10	0.1	6.03	1.25	25	9.4
4	10	0.2	6.02	1.20	24	15
5	10	0.5	5.92	1.15	23	30
6	10	1	5.73	1.10	22	40

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 4.93  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 300 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 7 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10	0.01	4.84	0.30	6	30
2	10	0.05	4.79	0.25	5	35
3	10	0.1	4.74	0.30	6	35
4	10	0.2	4.68	0.20	4	42
5	10	0.5	4.54	0.20	4	61
6	10	1	4.36	0.15	3	69

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.91  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 90 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	3	0.01	7.81	4.40	86	18
2	3	0.05	7.81	4.35	85	17
3	3	0.1	7.79	4.35	85	17
4	3	0.2	7.71	4.30	84	16
5	3	0.5	7.53	4.25	83	16
6	3	1	7.32	4.20	82	17

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.91  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 70 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	3	0.01	7.06	3.40	67	12
2	3	0.05	7.04	3.30	65	8.5
3	3	0.1	7.02	3.40	67	7.1
4	3	0.2	7.00	3.35	66	6.7
5	3	0.5	6.90	3.35	66	14
6	3	1	6.79	3.25	64	17

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.06  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 20 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 31 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	3	0.01	6.25	1.45	28	9.5
2	3	0.05	6.22	1.40	27	7.6
3	3	0.1	6.18	1.40	27	7.8
4	3	0.2	6.18	1.40	27	7.8
5	3	0.5	6.07	1.40	27	16
6	3	1	5.92	1.40	27	18

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.88  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 50 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 83 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	3	0.01	7.76	4.25	83	33
2	3	0.05	7.74	4.15	81	32
3	3	0.1	7.74	4.25	83	31
4	3	0.2	7.68	4.15	81	23
5	3	0.5	7.51	4.25	83	25
6	3	1	7.31	4.10	80	30

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.03  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 50 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 69 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	3	0.01	7.13	3.45	68	18
2	3	0.05	7.12	3.35	66	14
3	3	0.1	7.11	3.40	67	13
4	3	0.2	7.11	3.40	67	8.9
5	3	0.5	7.02	3.30	65	14
6	3	1	6.89	3.25	64	23

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.09  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 50 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 29 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	3	0.01	6.31	1.35	26	20
2	3	0.05	6.28	1.40	27	12
3	3	0.1	6.27	1.45	28	9.1
4	3	0.2	6.23	1.40	27	12
5	3	0.5	6.14	1.30	25	27
6	3	1	5.98	1.30	25	35

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.84  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 100 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 79 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	6	0.01	7.61	3.85	75	14
2	6	0.05	7.59	3.95	77	16
3	6	0.1	7.59	3.85	75	9.5
4	6	0.2	7.56	3.80	74	11
5	6	0.5	7.42	3.70	73	13
6	6	1	7.25	3.65	72	15

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.04  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 100 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 67 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	6	0.01	7.15	3.05	60	8.8
2	6	0.05	7.15	3.05	60	7.8
3	6	0.1	7.10	3.05	60	7.1
4	6	0.2	7.07	2.95	58	8.1
5	6	0.5	6.99	2.90	57	9.4
6	6	1	6.85	2.90	57	14

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.01  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 100 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 18 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	6	0.01	6.16	0.85	17	11
2	6	0.05	6.15	0.95	19	13
3	6	0.1	6.11	0.85	17	9.4
4	6	0.2	6.07	0.85	17	9.4
5	6	0.5	5.91	0.75	15	26
6	6	1	5.64	0.80	16	34

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.86  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 84 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	6	0.01	7.66	4.20	82	16
2	6	0.05	7.65	4.10	80	16
3	6	0.1	7.62	4.15	81	16
4	6	0.2	7.60	4.05	79	19
5	6	0.5	7.45	4.00	78	16
6	6	1	7.28	3.90	76	19

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.06  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 64 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	6	0.01	7.11	3.05	60	9.9
2	6	0.05	7.10	3.15	62	7.5
3	6	0.1	7.07	3.10	61	16
4	6	0.2	7.02	3.05	60	14
5	6	0.5	6.94	3.00	59	17
6	6	1	6.80	2.90	57	27

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.09  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 200 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 23 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	6	0.01	6.24	1.05	21	9.1
2	6	0.05	6.21	1.05	21	16
3	6	0.1	6.16	1.00	21	17
4	6	0.2	6.13	1.00	20	21
5	6	0.5	5.98	0.95	19	37
6	6	1	5.75	0.90	18	45

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.87  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 84 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	6	0.01	7.65	4.20	82	15
2	6	0.05	7.63	4.20	82	20
3	6	0.1	7.60	4.10	80	15
4	6	0.2	7.55	4.00	78	18
5	6	0.5	7.42	4.05	79	18
6	6	1	7.24	3.95	77	24

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.93  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 63 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	6	0.01	7.06	3.05	60	10
2	6	0.05	7.05	3.05	60	8.7
3	6	0.1	7.03	2.90	57	9.4
4	6	0.2	7.00	3.00	59	15
5	6	0.5	6.91	2.90	57	23
6	6	1	6.78	2.90	57	29

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 6.06  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 290 NTU  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 28 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	6	0.01	6.19	1.35	26	14
2	6	0.05	6.18	1.40	27	22
3	6	0.1	6.17	1.30	25	17
4	6	0.2	6.16	1.30	25	25
5	6	0.5	6.07	1.30	25	39
6	6	1	5.89	1.20	24	47

Coagulant Chitosan pH 3.22 Coagulant Aid -  
 pH ก่อนการทดลอง 7.33  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 44 NTU น้ำดิบจากคลองประปา  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 76 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	-	7.40	3.90	68	39
2	0.1	-	7.38	3.85	65	36
3	0.5	-	7.24	3.85	66	26
4	1	-	7.12	3.60	66	6.9
5	2	-	6.86	3.55	65	11
6	4	-	6.47	3.35	62	34

Coagulant Chitosan pH 3.22 Coagulant Aid -  
 pH ก่อนการทดลอง 7.45  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 150 NTU น้ำดิบจากคลองประปา  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 63 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	0.01	-	7.74	3.25	64	120
2	0.05	-	7.70	3.20	63	100
3	0.1	-	7.65	3.15	62	90
4	0.2	-	7.59	3.10	61	67
5	0.5	-	7.44	3.00	59	23
6	1	-	7.22	2.95	58	12

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.33  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 44 NTU น้ำดิบจากคลองประปา  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 76 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	7.5	0	7.34	3.70	73	25
2	7.5	0.1	7.30	3.65	72	16
3	7.5	0.2	7.27	3.55	70	12
4	7.5	0.5	7.19	3.60	71	5.8
5	7.5	1	7.07	3.50	69	4.4
6	7.5	2	6.76	3.40	67	8.6

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.33  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 44 NTU น้ำดิบจากคลองประปา  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 76 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	12.5	0	7.23	3.60	71	8.9
2	12.5	0.1	7.21	3.60	71	7.4
3	12.5	0.2	7.16	3.55	70	7.7
4	12.5	0.5	7.05	3.50	69	4.7
5	12.5	1	6.96	3.40	67	5.1
6	12.5	2	6.74	3.30	65	8.6

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.33  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 44 NTU น้ำดิบจากคลองประปา  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 76 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	17.5	0	7.16	3.50	69	4.5
2	17.5	0.1	7.15	3.50	69	4.3
3	17.5	0.2	7.12	3.45	68	3.4
4	17.5	0.5	7.03	3.40	67	2.9
5	17.5	1	6.92	3.30	65	4.8
6	17.5	2	6.70	3.25	64	7



Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.45  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 150 NTU น้ำดิบจากคลองประปา  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 63 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	10.5	0	7.13	2.95	58	58
2	10.5	0.1	7.07	2.90	57	30
3	10.5	0.2	7.05	2.85	56	20
4	10.5	0.5	6.96	2.80	55	7.5
5	10.5	1	6.85	2.75	54	5.8
6	10.5	2	6.63	2.45	48	5.4

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.45  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 150 NTU น้ำดิบจากคลองประปา  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 63 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	17.5	0	7.30	3.15	62	22
2	17.5	0.1	7.26	3.10	61	6.5
3	17.5	0.2	7.19	3.05	60	5.5
4	17.5	0.5	7.12	2.90	57	4.2
5	17.5	1	6.95	2.85	56	4.5
6	17.5	2	6.74	2.75	54	8.6

Coagulant Alum pH 3.08 Coagulant Aid Chitosan pH 3.22  
 pH ก่อนการทดลอง 7.45  
 Turbidity ก่อนการทดลอง 150 NTU น้ำดิบจากคลองประปา  
 Alkalinity ก่อนการทดลอง 63 mg/l as CaCO<sub>3</sub>

No.	Coagulant (mg/l)	Coagulant Aid (mg/l)	pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg/l)	Alk (mg/l)	Turbidity (NTU)
1	24.5	0	7.13	2.95	58	5.5
2	24.5	0.1	7.07	2.90	57	5.1
3	24.5	0.2	7.05	2.85	56	2.7
4	24.5	0.5	6.96	2.80	55	2.4
5	24.5	1	6.85	2.75	54	3.7
6	24.5	2	6.63	2.45	48	6.4

## ภาคผนวก ข

### วิธีการทดลอง Jar test ตามมาตรฐาน ASTM 1993

1. เติมน้ำที่ใช้ในการทดลองปริมาณ 1,000 มล. ลงในถ้วยทดลอง
2. เปิดเครื่องกวนโดยใช้ความเร็ว 120 รอบต่อนาที แล้วเติมสารโคแอกกูแลนต์ที่เตรียมไว้ลงไป ใช้เวลาในการกวนเร็ว 1 นาที ในกรณีที่ทดลองใช้สารโคแอกกูแลนต์พร้อมกับสารส้ม ให้เติมในขั้นตอนนี้ โดยทำการกวนเร็วหลังจากเติมสารโคแอกกูแลนต์อีก 1 นาที
3. ปรับเครื่องกวนให้มีความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการกวนช้า 20 นาที
4. หยุดเครื่องกวน และตั้งถ้วยทดลองทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 20 นาที โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ประมาณ 0.5 เท่าของความลึกจากผิวน้ำ (ประมาณ 5 ซม.)
5. วิเคราะห์น้ำใส เพื่อหาค่าพีเอชและความขุ่นที่เหลืออยู่
6. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ 1-5 โดยเปลี่ยนชนิดของโคแอกกูแลนต์และความขุ่นของน้ำดิบ เปรียบเทียบกับการใช้สารส้มเป็นโคแอกกูแลนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### วิธีการเตรียมน้ำขุ่นสังเคราะห์

เนื่องจากขนาดอนุภาคที่อยู่ในช่วงของอนุภาคคอลลอยด์มีขนาดตั้งแต่ 0.001 ถึง 1 ไมครอน ดังนั้นเพื่อให้ได้อนุภาคของน้ำขุ่นสังเคราะห์อยู่ในช่วงอนุภาคคอลลอยด์ จึงทำการคัดขนาดอนุภาค โดยปล่อยให้อนุภาคคินเคโอลิในถังตกตะกอนในน้ำนิ่งตามเวลาและความลึกที่คำนวณได้จาก สมการทั่วไปของการตกตะกอนแบบโคต (Discrete Settling) ที่ประยุกต์จาก กฎของสโตก (Stoke's Law) ดังนี้

$$V_s = \frac{g(\rho_s - \rho)d^2}{18\mu}$$

เมื่อ	$V_s$	คือ ความเร็วในการจมตัวแบบอิสระของอนุภาค, ม./วินาที <sup>2</sup>
	$g$	คือ อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, ม./วินาที <sup>2</sup>
	$\rho_s$	คือ ความหนาแน่นของอนุภาค, กก. (มวล) /ลบ.ม.
	$\rho$	คือ ความหนาแน่นของน้ำ, กก. (มวล) /ลบ.ม.
	$\mu$	คือ ความหนืดของน้ำ, นิวตัน-วินาที/ตร.ม.

ในกรณีของคินเคโอลิในถังซึ่งมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.38 คือ ความหนาแน่น 2,380 กก. (มวล) /ลบ.ม. เมื่อแทนค่าในสมการ จะได้ความเร็วในการจมตัวเท่ากับ  $8.45 \times 10^{-7}$  ม./วินาที หรือ 3 มม./ชม. เมื่อให้เวลาจมตัว 48 ชม. อนุภาคที่ลอยอยู่ในระดับ 144 มม. จากผิวน้ำ จะมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. นำดินเคโอลิไนต์ผสมกับน้ำแล้วกวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อให้อนุภาคดินเคโอลิไนต์กระจายอย่างทั่วถึง โดยใช้ถาดคัดความขุ่นขนาด กว้าง 70 ซม. ยาว 150 ซม. และสูง 20 ซม.
2. ปลอຍให้ตกตะกอนเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
3. คุคน้ำออกด้วยวิธีการลักน้ำ โดยเริ่มคุคจากตำแหน่งที่ลึกจากผิวน้ำเท่ากับ 144 มม.
4. เจือจางน้ำขุ่นสังเคราะห์ด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งได้ความขุ่นตามต้องการ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารเคมีที่ใช้ประกอบด้วย

1. MGC (Methyl Glycol Chitosan) มีคุณสมบัติเป็นคอลลอยด์ประจุบวก
2. PVSAK (Potassium polyvinyl alcohol sulfat) มีคุณสมบัติเป็นคอลลอยด์ประจุลบ
3. TB (Toluidine blue) เป็นอินดิเคเตอร์ ที่มีสีน้ำเงินในคอลลอยด์ประจุบวก และมีสีม่วงในคอลลอยด์ประจุลบ

ขั้นตอนในการไตเตรทและการคำนวณค่าประจุมี่ดังนี้

1. นำน้ำตัวอย่างที่เก็บได้จากการทดลองประมาณ 100 มล. เติมลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มล.
2. เติมสารละลาย MCG ลงไปประมาณ 2 cc. แล้วหยดสารละลาย TB ลงไป 1-3 หยด
3. ไตเตรทด้วยสารละลาย PVSAK โดยใช้ปริมาตรขนาด 50 มล. จนสีของน้ำตัวอย่างเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง
4. ทำการวิเคราะห์แบบเดียวกันกับน้ำกลั่น เพื่อให้เป็นแบลนด์
5. นำปริมาตรของ PVSAK ที่ใช้กับน้ำตัวอย่างมาลบด้วยปริมาตรที่ใช้กับน้ำกลั่น

ผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 5 จะเป็นปริมาตรของ PVSAK ที่มีสมมูลของประจุเท่ากับตัวอย่างน้ำและเครื่องหมายของผลลัพธ์จะแทนชนิดของประจุของอนุภาคคอลลอยด์ในน้ำที่ใช้วิเคราะห์ จึงสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของประจุคอลลอยด์ได้จากสมการ (John Bratby, 1980)

$$C = \frac{(S - B)N \times 1,000}{M}$$

- เมื่อ C คือ ประจุในน้ำตัวอย่าง, มิลลิอิควิวาเลนซ์/ลิตร  
 S คือ ปริมาตรสารละลาย PVSAK ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่างน้ำ, มล.  
 B คือ ปริมาตรสารละลาย PVSAK ที่ใช้ไตเตรทน้ำกลั่น, มล.  
 N คือ ความเข้มข้นของสารละลาย PVSAK , มิลลิอิควิวาเลนซ์/ลิตร  
 M คือ ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง, มล.

การไตเตรทย้อนกลับนี้สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารละลาย MGC ได้ตามความเหมาะสมและไม่จำเป็นต้องรู้ความเข้มข้นของสารละลาย MGC ด้วย เพราะการทำแปลงค่าจะแก้ไขความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารเคมีที่ใช้ประกอบด้วย

1. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มอล
2. สารละลายเมธิลออเรนจันดิเคเตอร์ (M.O.)

## ขั้นตอนในการทดลองมีดังนี้

1. บีบน้ำตัวอย่างลงในบีกเกอร์ประมาณ 50 หรือ 100 มล.
2. หยดสารละลายเมธิลออเรนจันดิเคเตอร์ (M.O.) ลงไปประมาณ 2 หยด
3. ไตเตรตน้ำตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก จนกระทั่งน้ำตัวอย่างมีพีเอชเท่ากับ 4.5 หรือ น้ำตัวอย่างเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีเหลืองส้ม ในกรณีที่ใส่สารละลายเมธิลออเรนจันเป็นอินดิเคเตอร์ จดปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรต
4. คำนวณหาความเป็นด่างรวมจากสมการ

$$\text{ความเป็นด่าง (มก./ล.เทียบเท่า CaCO}_3\text{)} = \frac{A \times N \times 50 \times 1000}{B}$$

- เมื่อ
- A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรต, มล.
  - N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก, นอร์มอล
  - B = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง, มล.

**ภาคผนวก ก**  
**ค่าใช้จ่ายของการใช้ไคโทแซน**

ตารางที่ ก-1 ค่าใช้จ่ายของการใช้ไคโทแซนเป็นโคแอกกูแลนต์อัตราร่วมกับสารส้ม 70 %

ความขุ่น น้ำดิบ (NTU)	ค่าพีเอช	ความขุ่น คงเหลือ (NTU)	ประสิทธิ ภาพ (%)	ปริมาณ สารส้ม (มก/ล)	ปริมาณ ไคโทแซน (มก/ล)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ม <sup>3</sup> )
20	6	2.5	88	7	0.05	0.0785
	7	2.1	90		0.2	0.1880
	8	3.0	85		0.2	0.1880
50	6	5.0	90	7	0.1	0.1150
	7	3.1	94		0.2	0.1880
	8	4.0	92		0.2	0.1880
100	6	2.4	98	14	0.01	0.0913
	7	2.8	97		0.01	0.0913
	8	2.2	98		0.2	0.2300
200	6	4.0	98	14	0.01	0.0913
	7	2.6	99		0.01	0.0913
	8	2.9	98		0.01	0.0913
300	6	5.9	98	14	0.01	0.0913
	7	3.9	99		0.05	0.1205
	8	3.8	99		0.05	0.1205



ตารางที่ ค-2 ค่าใช้จ่ายของการใช้โคโทเจนเป็นโคแอกกูแลนต์เอคร่วมกับสารส้ม 50 %

ความขุ่น น้ำดิบ (NTU)	ค่าพีเอช	ความขุ่น คงเหลือ (NTU)	ประสิทธิ ภาพ (%)	ปริมาณ สารส้ม (มก/ล)	ปริมาณ โคโทเจน (มก/ล)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ม <sup>3</sup> )
20	6	4.1	80	5	0.1	0.1030
	7	3.2	84		0.2	0.1760
	8	5.8	71		0.2	0.1760
50	6	6.5	87	5	0.05	0.0665
	7	5.5	89		0.2	0.1760
	8	6.8	86		0.5	0.3950
100	6	3.8	96	10	0.05	0.0965
	7	4.2	97		0.01	0.0673
	8	4.0	97		0.2	0.2060
200	6	4.7	98	10	0.01	0.0673
	7	3.6	98		0.01	0.0673
	8	5.2	97		0.01	0.0673
300	6	6.7	98	10	0.05	0.0965
	7	4.5	99		0.1	0.1330
	8	4.5	99		0.2	0.2060

ตารางที่ ค-3 ค่าใช้จ่ายของการใช้โคโทแซนเป็นโคแอกกูแลนต์พร้อมกับสารส้ม 30 %

ความขุ่น น้ำดิบ (NTU)	ค่าพีเอช	ความขุ่น คงเหลือ (NTU)	ประสิทธิ ภาพ (%)	ปริมาณ สารส้ม (มก/ล)	ปริมาณ โคโทแซน (มก/ล)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ม <sup>3</sup> )
20	6	7.6	62	3	0.05	0.0545
	7	6.7	67		0.2	0.1640
	8	16	20		0.2	0.1640
50	6	9.1	82	3	0.1	0.0910
	7	8.9	82		0.2	0.1640
	8	23	54		0.2	0.1640
100	6	9.4	91	6	0.1	0.1090
	7	7.1	93		0.1	0.1090
	8	9.5	91		0.1	0.1090
200	6	9.1	95	6	0.01	0.0433
	7	7.6	96		0.05	0.0433
	8	16	92		0.01	0.0433
300	6	14	95	6	0.01	0.0433
	7	8.7	97		0.05	0.0725
	8	15	95		0.01	0.0433

## ประวัติผู้เขียน

นาย อัครวิน กิตติชัชวาล เกิดเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2509 ที่ตำบลบางยี่เรือ อำเภอรอบรี กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเหมืองแร่ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2530 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2535



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย